

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 01276507  
PUBLICATION DATE : 07-11-89

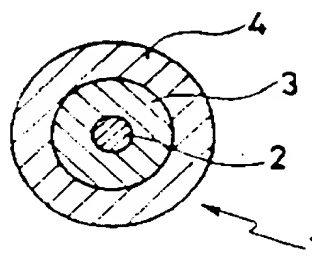
APPLICATION DATE : 28-04-88  
APPLICATION NUMBER : 63106870

APPLICANT : FUJIKURA LTD;

INVENTOR : ABE KAZUYA;

INT.CL. : H01B 5/08 H01B 5/02

TITLE : LIGHTNING-RESISTANT ELECTRIC  
WIRE



ABSTRACT : PURPOSE: To prevent the occurrence of a fusing accident resulting from a lightning strike, by preparing an interlayer formed out of one kind of material selected from copper, copper alloy, aluminium and aluminium alloy between a core material consisting of a steel wire and a surface layer composed of stainless steel.

CONSTITUTION: A steel wire is used for an element wire 1 as a core material 2, and an interlayer 3 consisting of copper or aluminium, or an alloy of them is formed such that the periphery of the core material 2 is coated with the interlayer 3. Moreover, a surface layer 4 made of stainless steel is formed so as to coat the periphery of this interlayer 3. In this manner, a region near the peripheral surface where a lightning strike causes a temperature rise is formed out of stainless steel having a high melting point and superior fusing-resistant characteristic, so that the resulting electric wire can afford improved resistance to fusing resulting from the lightning strike. Whereby fusing of the element wire is suppressed even in the case of being struck by lightning, and damage resulting from the lightning strike can be reduced.

COPYRIGHT: (C) JPO

(19) Office National des Brevets du Japon (JP)

(12) Publication de la demande de brevet (A)

(11) n° de publication : 1-276507

(43) Date de publication : le 7 novembre 1989

(51) Classification Symbole de N° de réf.

internationale distinction de l'Office

H 01 B 5/08

7364-5G

5/02

A-7364-5G

Demande d'examen : non encore déposée

Nombre de revendications : 1 (au total 5 pages)

-----  
(54) Titre de l'invention: Câble électrique résistant au  
foudre

(21) n° d'enregistrement national : 63-106870

(22) Date de dépôt : le 28 avril 1988

-----  
(71) Déposant : Fujikura Cable Works Ltd.

1-5-1, Kiba, Koto-ku, Tokyo

(72) Inventeur : SAMEJIMA Masahiro,

Près Fujikura Cable Works Ltd.

1-5-1, Kiba, Koto-ku, Tokyo

(72) Inventeur : HIDERITA Masao,

Près Fujikura Cable Works Ltd.

1-5-1, Kiba, Koto-ku, Tokyo

(72) Inventeur : ABE Kazuya,

Près Fujikura Cable Works Ltd.

1-5-1, Kiba, Koto-ku, Tokyo

(74) Mandataire : FUJIMAKI Shoken, agent de brevet

### **Description**

#### **1. Titre de l'invention :**

Câble électrique résistant au foudre

#### **2. Revendications :**

(1) Câble électrique résistant au foudre, composé de plusieurs fils élémentaires torsadés, caractérisé en ce que ce fil élémentaire comporte un matériau de coeur qui est un fil d'acier, une couche superficielle d'acier inoxydable qui constitue la surface du fil élémentaire, et, une couche intermédiaire faite de l'un des matériaux : cuivre, alliage de cuivre, aluminium et alliage d'aluminium entre le matériau de coeur et la couche superficielle.

#### **3. Explication en détail de l'invention :**

[Champs d'application industrielle]

La présente invention concerne un câble résistant au foudre, approprié au câble de masse maintenu au potentiel de la terre, utilisé pour une ligne aérienne de transport d'électricité.

[Art antérieur]

Un câble de masse maintenu au potentiel de la terre est suspendu au-dessus d'une ligne aérienne de transport d'électricité de haute tension, moyenne tension ou basse tension. Le fil élémentaire de ce câble de masse selon l'art classique est un fil d'acier revêtu d'alumi-

nium qui est fait avec un fil d'acier utilisé comme matériau de coeur et revêtu d'aluminium, ou, un fil d'alliage d'aluminium. Et, plusieurs fils élémentaires sont utilisés et, en général, torsadés.

[Problèmes à résoudre par l'invention]

Toutefois, des câbles de masse classiques des lignes aériennes de transport d'électricité sont susceptibles d'être endommagés par des foudres. Tel est l'inconvénient. Autrement dit, le câble de masse est susceptible de recevoir des foudres et, lorsqu'un foudre est tombé sur le câble, des fils élémentaires du câble sont fondus et cassés.

Nombreux accidents de ce genre sont enregistrés. Parfois, le nombre des fils élémentaires cassés est trop important et on est donc obligé de remplacer le câble lui-même. Des dégâts de tels accidents de casse des fils élémentaires des câbles de masse sont particulièrement importants dans des régions montagneuses.

En tenant compte de ces problèmes, cette invention a été réalisée et elle a pour but de présenter un câble résistant au foudre permettant de réduire les dégâts de foudres et d'éviter des accidents de casse.

[Moyens pour résoudre les problèmes]

Selon cette invention, le câble électrique résistant au foudre composé de plusieurs fils élémentaires torsadés, est caractérisé en ce que ce fil élémentaire comporte un matériau de coeur qui est un fil d'acier, une couche superficielle d'acier inoxydable qui fait la surface du fil, et, une couche intermédiaire faite de l'un des matériaux : cuivre, alliage de cuivre, aluminium et alliage d'aluminium entre le matériau de coeur et la couche superficielle.

### [Effets]

Le matériau de coeur du fil élémentaire est un fil d'acier selon cette invention. Donc, la résistance du fil élémentaire est assurée par le matériau de coeur. De plus, entre ce matériau de coeur et la couche superficielle d'acier inoxydable, il y a une couche intermédiaire de cuivre, alliage de cuivre, aluminium ou alliage d'aluminium. Cette couche intermédiaire est une couche principale et conductible. Et, l'acier inoxydable utilisé pour couvrir la surface la plus extérieure a un point de fusion plus haut et une résistance à la fusion et à la casse plus forte que le cuivre, l'aluminium ou leurs alliages. Même si un foudre tombe, les fils élémentaires sont protégés contre la fusion et la casse. Par conséquent, le câble résistant au foudre qui est composé de ces fils élémentaires torsadés permet une réduction importante des dégâts à cause des foudres.

### [Exemples]

Ci-après, on explique en détail quelques exemples de cette invention sur les figures en annexe. La Fig. 1 est une vue en coupe d'un fil élémentaire d'un exemple de câble résistant au foudre de cette invention.

Le matériau de coeur (2) du fil élémentaire (1) est un fil d'acier. Et, le matériau de coeur (2) est couvert par une couche intermédiaire (3) de cuivre (Cu), d'aluminium (Al) ou de leur alliage. De plus, cette couche intermédiaire (3) est couverte par une couche superficielle (4) d'acier inoxydable.

Le rapport de section de la couche superficielle (4) est préférablement plus d'environ 15 % de la section totale pour obtenir un effet suffisant pour la résistance au foudre. Il suffit de sélectionner un type d'acier comme matériau de coeur (2) en tenant compte d'une résistance au foudre voulue.

Par exemple, 7 fils élémentaires (1) sont torsadés pour constituer un câble résistant au foudre.

L'acier inoxydable de la couche superficielle (4) est très résistant à la corrosion et il protège les fils élémentaires (1) contre la corrosion. De plus, il constitue une couche résistante au foudre.

Dans le cas où un foudre est tombé sur le câble de masse d'une ligne aérienne de transport d'électricité, la température des fils élémentaires près de la périphérie de ce câble de masse augmente. Et, si un foudre est important, la température des fils élémentaires de la périphérie augmente énormément. Par conséquent, la température de la périphérie devient élevée et celle de l'intérieur est basse, en d'autres mots, un gradient de température se produit subitement. De ce fait, une partie des fils élémentaires est fondue et, si la température est élevée, une partie des fils élémentaires est évaporée de la périphérie et s'en va. Ainsi, des fils élémentaires de la périphérie sont cassés par la fusion et l'évaporation.

Par conséquent, pour éviter la casse des fils élémentaires par le foudre, il suffit de constituer la zone périphérique où la température augmente à cause du foudre, avec l'acier inoxydable dont le point de fusion est élevé et que la résistance à la fusion est élevée. En d'au-

tres mots, la couche superficielle (4) à la périphérie du fil élémentaire est occupée par l'acier inoxydable et la couche intermédiaire (3) du côté du centre du fil élémentaire est occupée par Cu, alliage de Cu, Al ou alliage d'Al dont la conductivité électrique est très élevée. Si les fils élémentaires sont ainsi constitués, le câble de masse aura d'excellentes caractéristiques électriques et résistera à la fusion due au foudre. En somme, on obtient un câble résistant au foudre.

Une simple combinaison des métaux, soit, l'acier inoxydable pour la surface du fil élémentaire et Cu, Al ou leur alliage pour le coeur ne suffit pas pour obtenir la résistance du fil élémentaire. Autrement dit, dans le cas d'un fil élémentaire à 2 couches de l'acier inoxydable et Cu, Al ou leur alliage, la résistance nécessaire est assurée par l'acier inoxydable. Pour élever la résistance, il faudrait augmenter le rapport de section de la partie de l'acier inoxydable ou il faudrait augmenter le degré de transformation de l'acier inoxydable.

Toutefois, dans le premier cas, la partie de l'acier inoxydable sera plus épaisse, ceci entraînant des difficultés dans la fabrication. Autrement dit, lors de la fabrication à consistant à transformer en tube continuellement à l'aide d'un appareil de formation par rouleaux et à revêtir les fils de Cu, etc.... avec cela, il faut utiliser un feuillard d'acier inoxydable épais. Pour cette raison, il y a des difficultés dans la formation.

Egalement, après la formation par rouleaux, il y a un poste d'étirage. Si la partie de l'acier inoxydable est plus épaisse, la compression est difficilement appliquée sur l'interface entre l'acier inoxydable et Al,



etc..., d'où, il est difficile d'obtenir un bon jointement de cette interface. Donc, il y a une limite dans l'élévation du rapport de section de la partie de l'acier inoxydable.

Dans le second cas, si on voudrait obtenir une plus forte résistance du fil élémentaire par l'augmentation du degré de transformation de l'acier inoxydable, le degré de transformation nécessaire sera de plus de 70 %. Donc, la partie de l'acier inoxydable devient trop mince pour avoir une bonne tenue du fil élémentaire du câble. Pour cette raison, les fils ne seront pas efficacement torsadés ou seront cassés en

cours de câblage à cause des vibrations, etc...

Pour cette raison, un fil d'acier selon cette invention est posé au centre du fil élémentaire (1) comme matériau de coeur (2). Et, pour ce fil d'acier de coeur (2), il suffit de sélectionner un type d'acier ayant une résistance nécessaire.

Du fait que le fil d'acier de coeur (2) assure la résistance nécessaire au fil élémentaire (1), le rapport de section de la couche superficielle d'acier inoxydable (4) ne peut être déterminé que du point de vue de la résistance au foudre. D'après les études des auteurs de cette invention, lorsque le rapport de section de la couche superficielle d'acier inoxydable (4) est de 15 %, la résistance au foudre est suffisante. Même si le rapport de section de la couche superficielle d'acier inoxydable (4) dépasse 15 %, il n'y a pas de remarquable amélioration de l'effet sur la résistance au foudre. Et, l'effet sur la résistance au foudre reste identique à celui du rapport de section de

15 %. Pour cette raison, il est préférable que le rapport de section de la couche superficielle soit d'environ 15%.

Un câble résistant au foudre ainsi préparé est très résistant au foudre. D'où, il est approprié pour le câble de masse d'une ligne aérienne de transport d'électricité sur lequel le foudre est susceptible de tomber.

Il est évident que le câble résistant au foudre ne se limite pas à celui comportant 7 fils élémentaires (1) comme précité. Par exemple, 19 fils élémentaires (1) peuvent être torsadés et comprimés dans le sens du centre de la section pour obtenir un câble résistant au foudre.

Autrement dit, 19 fils élémentaires (1) sont torsadés pour augmenter le taux de remplissage, puis, écrasés à l'aide des filières ou rouleaux pour changer leur forme. Ainsi, on peut obtenir un câble résistant au foudre muni des fils élémentaires (1) bien serrés n'ayant pas d'espace entre les fils élémentaires (1).

Dans le cas du câble résistant au foudre muni des fils élémentaires (1) écrasés, la surface de contact entre les fils élémentaires (1) est nettement plus importante que dans le cas du rassemblement simple des fils élémentaires (1). De ce fait, la chaleur engendrée à la périphérie du câble résistant au foudre est facilement transférée de la périphérie au centre. Par l'écrasement, la radiation de la chaleur du câble résistant au foudre s'améliore et la résistance au foudre s'améliore plus.

Ensuite, on explique les résultats des essais de la résistance au foudre qu'on a fait après avoir préparé un câble résistant au foudre se-

lon cette invention, ceci en comparaison avec ceux du câble résistant au foudre classique.

D'abord, on a inséré des fils d'acier (diamètre extérieur : 6 mm) muni d'une gaine d'aluminium (45AC) ayant une conductivité électrique de 45 % IACS dans un tube d'acier inoxydable d'un diamètre extérieur de 8 mm et d'une épaisseur de 0.3 mm. Ainsi, on a préparé une canne à câble complexe. A titre d'information, la paroi intérieur du tube et la surface du fil d'acier inoxydable muni d'une gaine d'aluminium ont été polies. Après, on a étiré cette canne à câble complexe pour obtenir un diamètre fini de 4.5 mm. D'autre part, à titre comparatif, on a utilisé des fils d'aluminium revêtus d'acier inoxydable consistant en une structure à 2 couches : aluminium pour le coeur et acier inoxydable pour la couche superficielle.

On a mesuré la résistance, la constante diélectrique et le nombre de torsions des câbles résistants au foudre de l'exemple et de titre comparatif. Et, on les indique avec le rapport de section et le degré de transformation de l'acier inoxydable au tableau 1. La résistance à la traction

(  $\sigma_B$  ) et la constante diélectrique sont identiques dans l'ensemble entre les câbles de l'exemple et de titre comparatif. Par conséquent, le degré de transformation, la résistance à la traction et le rapport de section de la partie d'acier inoxydable sont différents entre l'exemple et celui de titre comparatif.

Tableau 1

	A	B	C	D	E	F
Exemple	73	40	18	110	53	40
Comparatif	73	40	37	150	80	21

A : Résistance à la traction (  $\sigma_B$  ) (kgf/mm<sup>2</sup>)

B : Constante diélectrique (% IACS)

C : Rapport de section de l'acier inoxydable (%)

D : Résistance à la traction (  $\sigma_B$  ) de la partie d'acier  
inoxidable (kgf/mm<sup>2</sup>)

E : Degré de transformation de l'acier inoxydable (%)

F : Nombre de torsions (100D)

Comme il est clair d'après le tableau 1, pour assurer les caractéristiques correspondantes à 40 AC ( résistance à la traction (  $\sigma_B$  ) supérieure à 70 kg/mm<sup>2</sup>, constante diélectrique supérieure à 40 % IACS ) par le fil élémentaire de titre comparatif ayant une structure à 2 couches, il faudrait avoir recours au durcissement par transformation de la partie d'acier inoxydable. Le degré de transformation nécessaire était de 80 %. Il en résulte que le nombre de torsions du fil élémentaire de titre comparatif était environ la moitié de celui du câble résistant au foudre de l'exemple. Donc, le fil élémentaire de titre comparatif a un problème de vue de la tenue.

En suite, on a préparé des câbles résistants au foudre avec 7 fils élémentaires torsadés de l'exemple et de titre comparatif. Sur ces

câbles résistants au foudre, on a fait des essais de fusion et de casse par l'arc de courant direct à l'aide d'un équipement indiqué à la Fig.

2. Les deux bouts du câble d'essai (11) sont fixés par des serre-joints résistants à la traction (12) qui sont à leur tour fixés aux supports (15) et (17) par l'intermédiaire des isolants (13), un appareil de mesure de tension (14) ou un tendeur (16).

Sur l'équipement d'essai de fusion et de casse par l'arc de courant direct ainsi constitué, un câble d'essai (11) est lié à l'alimentation de courant direct (ne figurant pas ici) par l'intermédiaire des serre-joints par traction (12) et une électrode (18) près du câble d'essai (11) est aussi liée à cette alimentation de courant direct. On a simulé un foudre en appliquant un arc de courant direct entre l'électrode (18) et le câble d'essai (11).

Les conditions de l'essai étaient les suivantes :

- Tension : 20 % UTS (contrainte nominale)
- Jeu entre l'électrode (18) et le câble d'essai (11) : 10 mm
- Diamètre de l'électrode (18) : 5 mm
- Intensité de courant de l'arc : 3 kA

On a répété 10 cycles dans ces conditions pour un essai de fusion et de casse. On indique au tableau 2 le nombre de fils élémentaires cassés parmi 7 fils élémentaires de chaque câble résistant au foudre.

Tableau 2

Nombre d'essais	Exemple	Exemple comparatif
-----------------	---------	--------------------

1	1	1
2	0	0
3	0	1
4	0	0
5	1	2
6	0	0
7	0	1
8	1	0
9	1	0
10	1	1
Total	5	6

Comme indiqué au tableau 2, on a fait 10 essais de fusion et de casse sur 70 fils élémentaires et évalué la résistance au foudre. Etant donné que la couche de surface est d'acier inoxydable, que ce soit l'exemple et l'exemple comparatif, la résistance au foudre est identique. Dans le cas de l'exemple, la tenue des fils élémentaires est meilleure et la transformation est meilleure. On peut donc dire que le câble résistant au foudre de l'exemple a une plus haute qualité. Par contre, dans le cas des fils d'acier revêtu d'aluminium classique, en moyenne, 1.3 fils élémentaires sur 7 ont été cassés avec un essai. [Efficacité de l'invention]

Selon cette invention, l'acier inoxydable résistant à la fusion et à la casse est utilisé pour la couche superficielle et l'aluminium, le cuivre ou leur alliage ayant une excellente conductivité électrique est utilisé pour la couche intermédiaire intérieure. De ce fait, même si un foudre tombe, la casse des fils élémentaires peut être évitée et le dégât dû au foudre peut être minimisé. Et, en même temps, une conductivité électrique nécessaire au câble résistant au foudre peut être assurée. De plus, un fil d'acier est utilisé comme matériau de

coeur. De ce fait, une résistance nécessaire au câble résistant au foudre est assurée par ce fil d'acier. Donc, le degré de transformation de la partie d'acier inoxydable peut être réduit en comparaison avec dans le cas où le fil d'acier n'existe pas. Il en résulte que l'élévation de la tenue du fil élémentaire est possible. Dans le cas d'un revêtement épais d'acier inoxydable, il y a des problèmes dans la formation et le refondage d'un feuillard d'acier inoxydable long et épais (plus de 1.5 mm). Selon cette invention, un tel inconvénient est aussi éliminé. Comme précité, cette invention est très utile pour fabriquer un câble résistant au foudre pour le câble de masse d'une ligne aérienne de transport d'électricité.

#### 4. Explication sommaire des dessins

La Fig. 1 est une vue en coupe d'un exemple de fil élémentaire d'un câble à fibres optiques aérien ou terrestre selon cette invention.

La Fig. 2 est une figure de fonctionnement d'un équipement d'essai de fusion et de casse par l'arc de courant direct.

1... Fil élémentaire, 2 ... Matériau de coeur, 3 Couche intermédiaire,  
4 ... Couche superficielle

Fig. 1

Fig. 2

**Légende de la Fig. 2**

- a) Alimentation de courant direct,**
- b) Alimentation de courant direct**



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-276507

⑤ Int. Cl.:

H 01 B 5/08  
5/02

識別記号

庁内整理番号

7364-5G  
A-7364-5G

⑬ 公開 平成1年(1989)11月7日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 耐雷性電線

⑯ 特 願 昭63-106870

⑰ 出 願 昭63(1988)4月28日

⑱ 発 明 者 鮫 島 正 洋 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
 ⑲ 発 明 者 日 照 田 正 男 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
 ⑳ 発 明 者 阿 部 一 彌 東京都江東区木場1丁目5番1号 藤倉電線株式会社内  
 ㉑ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号  
 ㉒ 代 理 人 弁理士 藤 巻 正 憲

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

耐雷性電線

## 2. 特許請求の範囲

(1) 複数本の素線を撚り合わせて構成される耐雷性電線において、前記素線は鋼線からなる芯材と、素線の表面を構成するステンレス鋼からなる表面層と、前記芯材と表面層との間に設けられ鋼、銅合金、アルミニウム及びアルミニウム合金から選択された1種の材料で形成された中間層とを有することを特徴とする耐雷性電線。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、架空送電系統に使用され、接地電位に保持されたグラウンドワイヤに好適の耐雷性電線に関する。

〔従来の技術〕

高圧、中圧又は低圧の架空送電系統には、その最上部に接地電位に保持されたグラウンドワイヤが架設されている。このグラウンドワイヤは、従来、

鋼線を芯材としこの鋼線の周囲にアルミニウムを被覆したアルミニウム被覆鋼線又はアルミニウム合金線を素線とし、この素線を複数本撚り合わせた電線が一般的に使用されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、従来の架空送電系統のグラウンドワイヤは落雷による被害を受けやすいという問題点がある。つまり、グラウンドワイヤは落雷しやすく、雷を受けてその素線のアルミニウム被覆鋼線又はアルミニウム合金線が溶断する溶断事故が従来から多発している。極端な場合には、溶断した素線の本数が多数であるために電線の張り替えを余儀なくされる場合がある。このような、グラウンドワイヤの素線の溶断事故による被害は山岳地域において甚大である。

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、落雷による被害が軽減され、溶断事故の発生が抑制された耐雷性電線を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明に係る耐雷性電線は、複数本の素線を撚り合わせて構成される耐雷性電線において、前記素線は銅線からなる芯材と、素線の表面を構成するステンレス鋼からなる表面層と、前記芯材と表面層との間に設けられ銅、銅合金、アルミニウム及びアルミニウム合金から選択された1種の材料で形成された中間層とを有することを特徴とする。  
〔作用〕

本発明においては、素線の芯材が銅線であるから、この芯材により素線の強度が確保されるのに加え、この芯材とステンレス鋼からなる表面層との間に銅、銅合金、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる中間層を配置したので、この中間層が主として導電層として機能する。そして、この銅若しくはアルミニウム又はそれらの合金よりも、高融点で耐溶断特性が良好のステンレス鋼を最表面の被覆材としているから、落雷を受けても素線の溶断が回避される。従って、この素線を撚り合わせて得られる耐雷性電線は落雷による被害が著しく軽減される。

耐雷性層としても機能する。

架空送電系統のグラウンドワイヤに落雷があった場合には、グラウンドワイヤの素線はその周面近傍にて温度が上昇する。そして、落雷が大きくなると、素線周面の温度が著しく上昇し、周面側が高く、内部側が低くなるような温度勾配が急峻になる。その結果、素線の周面部分にて素線の一部が溶融し、更に温度が高くなると、周面部分にて素線の一部が蒸発してしまう。このように、素線の周面部分の溶融又は蒸発が発生することにより、素線の切断が生じてしまう。

従って、落雷による耐雷性電線の素線の溶断を防止するためには、落雷により温度が高くなる周面近傍の領域を融点が高く耐溶断特性が優れているステンレス鋼で形成すればよい。つまり、素線の周面側の表面層4をステンレス鋼が占め、素線の中心側の中間層3を導電性が高いCu、Cu合金、Al又はAl合金が占めるように素線を構成することにより、グラウンドワイヤとしての電気的特性が優れていると共に、落雷による溶断に対す

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例について、添付の図面を照して具体的に説明する。第1図は本発明の実施例に係る耐雷性電線の素線を示す断面図である。このような素線1を、例えば、7本撚り合わせて耐雷性電線が得られる。

素線1は芯材2として、銅線を使用する。そして、この芯材2の周面を被覆するようにして、銅(Cu)若しくはアルミニウム(Al)又はそれらの合金からなる中間層3を形成する。更に、この中間層3の周面を被覆するようにして、ステンレス鋼からなる表面層4を形成する。

この表面層4の被覆率は十分な耐雷性効果を得るために、断面面積率で約15%以上であることが好ましい。なお、芯材2の銅種は耐雷性電線としての所要強度を考慮して選択すればよい。

この素線1を、例えば、7本ずつ撚り合わされて耐雷性電線が構成される。

而して、表面層4のステンレス鋼は耐食性が優れているから、素線1の腐食を防止すると共に、

る耐性が優れた耐雷性電線が得られる。

而して、素線の表面側のステンレス鋼と中心側のCu、Al又はこれらの合金を単に組み合わせただけでは素線の強度が不足する。つまり、ステンレス鋼と、Cu、Al又はこれらの合金とからなる2層構造の素線においては、所要の強度はステンレス鋼が担うことになる。従って、強度を高めるために、ステンレス鋼部分の断面面積比率を上げるか、又はステンレス鋼の加工度を大きくする必要がある。

しかしながら、前者の場合には、被覆するステンレス鋼部分の厚さが厚くなるため、その製造が困難である。即ち、製造に際し、ロールフォーミング機により、ステンレス鋼テープをパイプ状に連続的に成形し、これをCu線等に被覆するとき、厚いステンレス鋼テープを使用する必要があり、このためその成形性が悪いという問題点がある。

また、ロールフォーミング後の伸線加工においては、ステンレス鋼部分が厚いと、そのステンレ

ス鋼とA<sub>2</sub>等との間の界面に圧力が印加されにくくなるため、界面の正常な接合を得にくい。このため、ステンレス鋼部分の断面積比率を上げることに限界がある。

一方、後者のように、ステンレス鋼の加工度を大きくとって素線の強度を出そうとすると、所要加工度は70%を超えてしまうため、ステンレス鋼部分が極めて硬くなり、電線素線として必要な韌性が不足する。このため、撚線加工等の作業性が劣化したり、架線中の振動等により容易に破断してしまう虞れがある。

そこで、本発明においては、素線1の中心に芯材2として鋼線を配置する。この鋼線芯材2は所要の強度を具有するようにその鋼種を選定すればよい。

鋼線芯材2が素線1の強度を担う結果、ステンレス鋼表面層4は耐雷性の観点のみからその被覆率を決定することができる。本願発明者等の研究結果によると、ステンレス鋼表面層4は断面積比率が15%の場合に十分な耐雷性を示し、ステ

ンレス鋼表面層4の被覆率が15%を超えて厚くなくても、その耐雷性効果の顕著な増加はなく、被覆率15%の場合と同等である。従って、表面層4の被覆率は断面積比率で約15%又はその近傍の値に設定することが好ましい。

このようにして製造された耐雷性電線は落雷に対する耐性が高いので、落雷しやすい架空送電系統のグラウンドワイヤとして好適である。

耐雷性電線としては、前述の如く、素線1を7本撚り合わせたものに限らないことは勿論である。例えば、素線1を19本撚り合わせて撚線を得た後、この撚線をその断面の中心に向う方向に圧縮変形させて耐雷性電線を構成してもよい。つまり、19本の素線1を撚り合わせて最密充填した後、ダイス又はロールを使用して撚線を圧縮変形させることにより、素線1の断面形状が変形し、素線1間に隙間がなく素線1が密に詰まった耐雷性電線が得られる。

このように、圧縮変形させた耐雷性電線は、素線1同士が接触する面積が、素線を単に撚り合わ

せただけの耐雷性電線に比して、著しく増大するため、耐雷性電線の周面近傍にて発生した熱がその中心近傍に伝達されやすい。従って、圧縮変形させることにより、耐雷性電線の熱放散性が向上し、耐溶断特性が更に一層向上する。

次に、本発明に係る耐雷性電線を実際に製造してその耐雷特性を試験した結果について、従来の耐雷性電線の場合と比較して説明する。

先ず、45% IACSの導電率を有するアルミニウムクラッド鋼線(45AC)(直径6mm)を、外径が8mm、肉厚が0.3mmのステンレス鋼製パイプ中に挿入して複合材ワイヤーロッドを製作した。なお、パイプ内面及びアルミニウムクラッド鋼線の表面はブラシで研磨した。その後、この複合材ワイヤーロッドを伸線加工して、4.5mmの直径に仕上げた。一方、比較のために、アルミニウム線を芯材としてこれにステンレス鋼からなる表面層を被覆した2層構造のステンレス鋼被覆アルミニウム線を用意した。

この実施例及び比較例の耐雷性電線素線につい

て、その強度、導電率及び捻回値等の各特性を測定した結果を、各層の被覆率及びステンレス鋼の加工度と共に、下記第1表に示す。この実施例及び比較例の電線は全体としての引張強さ $\sigma$ 、及び導電率が相互に同等のものである。従って、ステンレス鋼部分の加工度及び引張強さ並びに被覆率は実施例と比較例とでは異なる。

第 1 表

引張強さ $\sigma_b$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	導電率 (%IACS)	ステンレス鋼 部分の試験率 (%)	ステンレス鋼 部分の引張強 さ $\sigma_b$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	ステン レス鋼 加工度 (%)	試験回 数 (1000)
73	40	18	110	53	40
73	40	37	150	80	21
実施例					
比較例					

この第1表から明らかなように、40 A C相当の特性（引張強さ $\sigma_b$ が70 kg/mm<sup>2</sup>以上、導電率が40 % IACS以上）を2層構造の比較例素線で確保するためにはステンレス鋼部分の加工硬化に頼る必要がある。このため加工度を約80 %と高くする必要があった。その結果、比較例素線の巻回値は実施例素線のそれに比して約半分と低く、比較例素線は脆性面で問題がある。

次いで、この実施例及び比較例の素線を7本燃り合わせて耐雷性電線を製造し、これらの耐雷性電線に対し、第2図に示す装置を使用して直流アーク溶断試験を実施した。試験電線11はその両端が耐張クランプ12により握持されていて、この1対の耐張クランプ12は夫々端子13と張力計14又はターンバックル16とを介して支持部材15、17に張架されている。

このように構成される直流アーク溶断試験装置においては、耐張クランプ12を介して試験電線11に直流電源（図示せず）を接続し、試験電線11の近傍に配設した電極18にも前記直流電源

を接続することにより、この電極18と試験電線11との間に直流アークを印加して落雷を模擬した試験を実施した。

試験条件は以下のとおりである。

張力：20 % U T S（公称応力）

電極18と試験電線11との間のギャップ長：  
10 mm

電極18の直径：5 mm

アーク直流電流：3 k A

溶断試験はこの条件で10回行った。その結果、各耐雷性電線の7本の素線のうち、溶断した素線数を下記第2表に示す。

第 2 表

試験回数	実施例	比較例
1	1	1
2	0	0
3	0	1
4	0	0
5	1	2
6	0	0
7	0	1
8	1	0
9	1	0
10	1	1
計	5	6

この第2表に示すように、10回の溶断試験における総数70本の素線中の断線本数により耐雷性を評価した結果、耐雷性という点に関しては、実施例及び比較例のいずれも表面層としてステンレス鋼を使用しているため、優れた特性を示す。このように、実施例と比較例とは耐雷性の点で同等であり、素線の靱性が優れ、加工性が優れている分、本実施例の耐雷性電線のほうが商品質であるといえる。これに対し、従来のアルミニウム被覆鋼線を素線とする場合には、7本の筋線において1回の溶断試験で平均1.3本の素線が溶断した。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、耐溶断特性が優れたステンレス鋼を表面層とし、この表面層の内部に導電性が優れたアルミニウム、銅又はそれらの合金からなる中間層を配設したから、落雷を受けても素線の溶断が抑制され、落雷による被害を軽減することができると共に、耐雷性電線としての所望の導電性も確保することができる。しかも、本発明に

いては、芯材として鋼線を使用したから、耐雷性電線としての所望の強度はこの鋼線が受け持つ。このため、この鋼線がない場合に比して、ステンレス鋼部分の加工度を低下させることができ、その結果、素線の靱性を向上させることができる。また、ステンレス鋼を厚く被覆する場合には、長尺物の製造時に、厚い(1.5mm厚以上)ステンレス鋼製テープのフォーミング性及びサイジング加工性が問題となるが、本発明によればこのような不都合も解消される。このように、本発明は架空送電線におけるグランドワイヤ用等の耐雷性電線として極めて有益である。

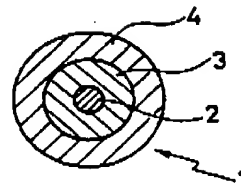
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例に係る耐雷性電線の素線を示す断面図、第2図は直流アーク溶断試験装置を示す模式図である。

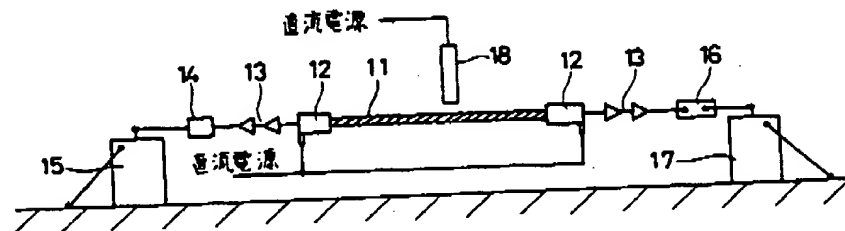
1；素線、2；芯材、3；中間層、4；表面層

出願人 藤倉電線株式会社

代理人 井理士 藤巻正憲



第1図



第2図